

CÔNG THỨC VẬT LÝ 12 CHƯƠNG TRÌNH NÂNG CAO  
CHƯƠNG I: ĐỘNG LỰC HỌC VẬT RẮN

1. Tọa độ góc  $\varphi$  (đơn vị thường là rad)
2. Tốc độ góc  $\omega$  (đơn vị là rad/s)

Tốc độ góc trung bình:  $\omega_{tb} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

Tốc độ góc tức thời:  $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'(t)$

Liên hệ giữa tốc độ góc và tốc độ dài:  $v = \omega r$ .

3. Gia tốc góc  $\gamma$  (đơn vị là rad/s<sup>2</sup>)

Gia tốc góc trung bình:  $\gamma_{tb} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$

Gia tốc góc tức thời:  $\gamma = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \omega'(t) = \varphi''(t)$

Vật rắn quay đều thì  $\gamma = 0 \rightarrow \omega = \text{const}$ .

Liên hệ giữa gia tốc góc và gia tốc tiếp tuyến:  $\gamma R = a$ .

4. Phương trình động học của chuyển động quay

\* Vật rắn quay đều ( $\gamma = 0$ ):  $\varphi = \varphi_0 + \omega t$

\* Vật rắn quay biến đổi đều ( $\gamma \neq 0$ )

Vận tốc góc:  $\omega = \omega_0 + \gamma t$

Tọa độ góc:  $\varphi = \varphi_0 + \omega t + \frac{1}{2} \gamma t^2$

Công thức độc lập với thời gian:  $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\gamma(\varphi - \varphi_0)$

5. Gia tốc của chuyển động quay

\* Gia tốc hướng tâm (gia tốc pháp tuyến):  $a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$  (đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của vận tốc)

\* Gia tốc tiếp tuyến:  $a_t = \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\gamma$  (đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của vận tốc)

\* Gia tốc toàn phần  $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t \rightarrow a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

Vật rắn quay đều thì  $a_t = 0 \rightarrow$  chỉ còn gia tốc hướng tâm  $a = a_n$ .

6. Phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định

$M = I\gamma$  hay  $\gamma = \frac{M}{I}$

Trong đó:  $M = Fd$  (N.m) là momen lực đối với trục quay;  $I$  (kg.m<sup>2</sup>) là momen quán tính đối với trục quay.

Momen quán tính  $I$  của một số vật rắn đồng chất khối lượng  $m$  có trục quay là trục đối xứng

Vật rắn là thanh có chiều dài  $l$ , tiết diện nhỏ:  $I = \frac{1}{12} ml^2$

Vật rắn là vành tròn hoặc chất điểm cách trục quay một đoạn  $R$ :  $I = mR^2$

Vật rắn là đĩa tròn hoặc khối trụ đặc có bán kính  $R$ :  $I = \frac{1}{2} mR^2$

Vật rắn là khối cầu đặc bán kính  $R$ :  $I = \frac{2}{5} mR^2$

7. Momen động lượng

Là đại lượng động học đặc trưng cho chuyển động quay của vật rắn quanh một trục  $L = I\omega$  (kg.m<sup>2</sup>/s)

Với chất điểm thì momen động lượng  $L = mr^2\omega = mvr$  ( $r$  là khoảng cách từ vận tốc đến trục quay)

8. Dạng khác của phương trình động lực học của vật rắn quay quanh một trục cố định:  $M = \frac{dL}{dt}$

9. Định luật bảo toàn momen động lượng

Trường hợp  $M = 0$  thì  $L = \text{const}$ . Nếu momen quán tính  $I$  thay đổi ta có  $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ .

10. Động năng của vật rắn quay quanh một trục cố định:  $W_d = \frac{1}{2} I\omega^2$

CHƯƠNG II: DAO ĐỘNG CƠ

- I. DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Phương trình dao động:  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

2. Vận tốc tức thời:  $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$ .

$v$  luôn cùng chiều với chuyển động (chuyển động theo chiều dương thì  $v > 0$ , theo chiều âm thì  $v < 0$ )

3. Gia tốc tức thời:  $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$

**1**  
**a** luôn hướng về vị trí cân bằng

4. Ở vị trí cân bằng:  $x = 0$ ;  $|v|_{\max} = \omega A$ ;  $|a|_{\min} = 0$ .

Ở biên:  $x = \pm A$ ;  $|v|_{\min} = 0$ ;  $|a|_{\max} = \omega^2 A$

5. Hệ thức độc lập với thời gian:  $A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$  và  $a = -\omega^2 x$

6. Cơ năng:  $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} kA^2$

$W_d = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = W \sin^2(\omega t + \varphi)$

và  $W_t = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi) = W \cos^2(\omega t + \varphi)$

7. Dao động điều hòa có tần số góc là  $\omega$ , tần số  $f$ , chu kỳ  $T$ . Thì động năng và thế năng biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$ , chu kỳ  $T/2$ .

8. Động năng và thế năng trung bình trong thời gian  $nT/2$  ( $n$  nguyên dương) là:  $\frac{W}{2} = \frac{1}{4} m\omega^2 A^2$

9. Khoảng thời gian ngắn nhất để vật đi từ vị trí có li độ  $x_1$  đến vị trí có li độ  $x_2$ .

$\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{|\varphi_2 - \varphi_1|}{\omega}$  với  $\cos \varphi_1 = x_1/A$ ;  $\cos \varphi_2 = x_2/A$  và  $0 \leq \varphi_1, \varphi_2 \leq \pi$

10. Chiều dài quỹ đạo:  $2A$

11. Quãng đường đi trong một chu kỳ luôn là  $4A$ ; trong  $1/2$  chu kỳ luôn là  $2A$ ; Quãng đường đi trong  $1/4$  chu kỳ là  $A$  khi vật đi từ vị trí cân bằng đến vị trí biên hoặc ngược lại.

12. Quãng đường đi được từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ .

Tìm li độ ban đầu  $x_1 = A \cos(\omega t_1 + \varphi)$  và dấu của  $v_1$  suy ra vị trí và chiều chuyển động ban đầu. Tìm li độ lúc sau  $x_2 = A \cos(\omega t_2 + \varphi)$  và dấu của  $v_2$  suy ra vị trí và chiều chuyển động tương ứng.

Phân tích:  $t_2 - t_1 = nT/2 + \Delta t$  ( $n$  nguyên không âm;  $0 \leq \Delta t < T/2$ )

Quãng đường đi được trong thời gian  $nT/2$  là  $S_1 = 2nA$ , trong thời gian  $\Delta t$  là  $S_2$ .

Quãng đường tổng cộng là  $S = S_1 + S_2$ .

Tính  $S_2$  theo vị trí  $x_1, x_2$  và chiều chuyển động trên trục  $Ox$  hoặc có thể sử dụng sự liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.

Tốc độ trung bình của vật đi từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ :  $v_{tb} = \frac{S}{t_2 - t_1}$  với  $S$  là quãng đường ở trên.

13. Bài toán tính quãng đường lớn nhất và nhỏ nhất vật đi được trong khoảng thời gian  $0 < \Delta t < T/2$ .

Vật có vận tốc lớn nhất khi qua VTCB, nhỏ nhất khi qua vị trí biên nên trong cùng một khoảng thời gian quãng đường đi được càng lớn khi vật ở càng gần VTCB và càng nhỏ khi càng gần vị trí biên.

Sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.

Góc quay trên vòng tròn  $\Delta\varphi = \omega\Delta t$ .

Quãng đường lớn nhất khi vật đi từ  $M_1$  đến  $M_2$  đối xứng qua trục sin:  $S_{\max} = 2A \sin \frac{\Delta\varphi}{2}$

Quãng đường nhỏ nhất khi vật đi từ  $M_1$  đến  $M_2$  đối xứng qua trục cos:  $S_{\min} = 2A (1 - \cos \frac{\Delta\varphi}{2})$

Lưu ý: Trong trường hợp  $\Delta t > T/2$ ;  $\rightarrow \Delta t = n \frac{T}{2} + \Delta t'$  với  $n$  nguyên dương và  $0 < \Delta t' < T/2$ .

Trong thời gian  $nT/2$  quãng đường luôn là  $S_1 = 2nA$ ; trong thời gian  $\Delta t'$  thì quãng đường lớn nhất, nhỏ nhất tính như trên.

+ Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất của trong khoảng thời gian  $\Delta t$ :

$v_{tb\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t}$  và  $v_{tb\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t}$  với  $S_{\max}, S_{\min}$  tính như trên.

13. Các bước lập phương trình dao động điều hòa:

\* Tính  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$

\* Tính  $A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2}$  hoặc theo các dữ kiện khác như chiều dài quỹ đạo, năng lượng, chiều dài lò xo cực đại và cực tiểu, lực đàn hồi cực đại và cực tiểu, ... tùy theo đề bài.

\* Tính  $\varphi$  dựa vào điều kiện đầu: lúc  $t = 0$  (gốc thời gian),  $x = x_0, v = v_0$ .

Ta có:  $x_0 = A \cos \varphi$  và  $v_0 = -\omega A \sin \varphi \rightarrow$  giá trị của  $\varphi$

**Lưu ý:** Vật chuyển động theo chiều dương thì  $v > 0$ , ngược lại  $v < 0$ . Thường lấy  $\varphi$  thỏa  $-\pi < \varphi \leq \pi$ . Có thể lấy góc quay ban đầu khi biểu diễn dao động điều hòa trên vòng tròn lượng giác làm góc  $\varphi$ .

14. Các bước giải bài toán tính thời điểm vật đi qua vị trí đã biết  $x$  (hoặc  $v, a, W_t, W_d, F$ ) lần thứ  $n$

Ví dụ: vật qua vị trí  $x = 0,5A$  lần thứ  $n$  theo chiều dương.

Bước 1: xác định vị trí xuất phát của dao động điều hòa  $x_0$  và dấu của vận tốc đầu  $v_0$  khi  $t = t_0$ .

Bước 2: xác định thời gian  $\Delta t_1$  mà lần đầu tiên vật qua vị trí yêu cầu.

Bước 3: cứ mỗi chu kỳ vật qua vị trí như trên có một lần nên thời gian là  $\Delta t = \Delta t_1 + (n - 1)T$ .

Nếu bài toán không chỉ định chiều thì vật có thể qua vị trí đó 2 lần mỗi chu kỳ trừ vị trí biên. Nếu là vị trí biên làm như ở trên. Ngược lại, sẽ có 2 trường hợp sau

\* Nếu n là chẵn: thực hiện bước 1 như trên. Bước 2 cần tìm khoảng thời gian  $\Delta t_2$  để vật qua vị trí yêu cầu lần thứ hai. Thời gian cần tìm  $\Delta t = \Delta t_2 + (n - 2)T / 2$ .

\* Nếu n là lẻ: thực hiện bước 1 và 2 như trên. Bước 3: tính thời gian cần tìm  $\Delta t = \Delta t_1 + (n - 1)T / 2$ .

Có thể giải  $\Delta t_1$  hoặc  $\Delta t_2$  bằng cách sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều.

**15.** Các bước giải bài toán tìm số lần vật đi qua vị trí đã biết x (hoặc v, a,  $W_t$ ,  $W_d$ , F) từ thời điểm  $t_1$  đến  $t_2$ .

Xét  $t_2 - t_1 = nT + \Delta t_0$ , sao cho n nguyên dương và  $0 \leq \Delta t_0 < T$ .

Bước 1: xác định vị trí xuất phát của dao động điều hòa  $x_1$  và dấu của vận tốc đầu  $v_1$  khi  $t = t_1$ .

Bước 2: xét trong thời gian  $\Delta t_0$  vật từ vị trí xuất phát đi đến vị trí kết thúc  $x_2$  đã qua vị trí x số lần là  $n_1$ .

Bước 3: Trong mỗi chu kỳ, giá sử vật qua vị trí x đúng  $n_2$  lần. Trong mỗi chu kỳ, vật qua mỗi vị trí biên  $n_2 = 1$  lần còn các vị trí khác  $n_2 = 2$  lần.

Bước 4: lập công thức tính số lần  $n_3 = n_1 + n_2 n$ ;

**16.** Các bước giải bài toán tìm li độ, vận tốc dao động sau (hoặc trước) thời điểm  $t_0$ , một khoảng thời gian  $\Delta t$ . Biết tại thời điểm  $t_0$ , vật có li độ  $x = x_0$  và cho dấu của  $v_0$ .

Nếu  $\Delta t \geq T$  thì tách  $\Delta t = \Delta t_1 + nT$ . (n nguyên dương;  $0 \leq \Delta t_1 < T$ )

Bước 1: xác định vị trí xuất phát  $x = x_0$  (với dấu của  $v_0$  như đã cho) trên vòng tròn lượng giác.

Bước 2: thực hiện góc quay  $\Delta \varphi_1 = \omega \cdot \Delta t_1$  (hoặc  $\Delta \varphi = \omega \Delta t$  nếu  $\Delta t < T$ ). Xác định vị trí cuối  $x_2$ . Xác định dấu vận tốc tại vị trí đó nếu có yêu cầu tìm v. Dùng công thức độc lập với thời gian tìm v nếu cần.

**17.** Dao động có phương trình đặc biệt:

$$* x = A \cos(\omega t + \varphi) + A_1 \text{ với } A_1 = \text{const.}$$

Biên độ là A, tần số góc là  $\omega$ , pha ban đầu  $\varphi$ ; x là tọa độ,  $x_0 = A \cos(\omega t + \varphi)$  là li độ.

Tọa độ vị trí cân bằng  $x = A_1$ , tọa độ các vị trí biên  $x = A + A_1$  và  $x = A - A_1$ .

Vận tốc  $v = x' = -x_0 \omega$ , gia tốc  $a = v' = -x_0 \omega^2 = -\omega^2 x_0$ .

$$* x = A \cos^2(\omega t + \varphi) = (A/2) + (A/2) \cos(2\omega t + 2\varphi)$$

Biên độ  $A/2$ ; tần số góc  $2\omega$ , pha ban đầu  $2\varphi$ .

## II. CON LẮC LÒ XO

$$1. \text{ Tần số góc: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; \text{ chu kỳ: } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; \text{ tần số: } f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Điều kiện dao động điều hòa: Bỏ qua ma sát, lực cản và vật dao động trong giới hạn đàn hồi

$$2. \text{ Cơ năng trong dao động điều hòa: } W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} k A^2$$

3. Độ biến dạng của lò xo thẳng đứng khi vật ở VTCB:

$$\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{g}{\omega^2} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$$

Chiều dài lò xo ở vị trí cân bằng:  $l_{cb} = l_0 + \Delta l_0$  ( $l_0$  là chiều dài tự nhiên;  $\Delta l_0$  là độ biến dạng ở vị trí cân bằng)

Chiều dài cực tiểu (khi vật ở vị trí cao nhất):  $l_{\min} = l_0 + \Delta l_0 - A$

Chiều dài cực đại (khi vật ở vị trí thấp nhất):  $l_{\max} = l_0 + \Delta l_0 + A$

$$\rightarrow l_{cb} = \frac{l_{\min} + l_{\max}}{2} \text{ và } A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2}$$

\*  $A > \Delta l_0$ :

Thời gian lò xo bị nén trong một chu kỳ là thời gian để vật đi từ vị trí  $x_1 = -\Delta l_0$  nếu Ox hướng xuống hoặc  $x_1 = \Delta l_0$  nếu Ox hướng lên, đến vị trí biên trên rồi quay lại vị trí  $x_1$ . Thời gian lò xo giãn trong mỗi chu kỳ là thời gian để vật đi từ vị trí  $x_1$  đến biên dưới và quay lại vị trí  $x_1$ .

Thời gian lực đàn hồi ngược chiều với lực hồi phục là 2 lần thời gian ngắn nhất vật từ vị trí cân bằng đi lên vị trí  $x_1$  như trên (một lần đi và một lần về).

**4.** Lực kéo về hay lực hồi phục  $F = -kx = -m\omega^2 x$

Đặc điểm: là lực gây dao động; luôn hướng về VTCB; biến thiên điều hòa cùng tần số với li độ x.

Lực hồi phục bằng với lực đàn hồi khi con lắc lò xo nằm ngang nhưng chúng khác nhau khi con lắc lò xo không nằm ngang.

**5.** Lực đàn hồi:

\* Với con lắc lò xo nằm ngang thì lực kéo về và lực đàn hồi như nhau và  $|x|$  cũng là độ biến dạng của lò xo.

\* Với con lắc lò xo thẳng đứng

$$F_{dh} = k(\Delta l_0 + x) \text{ với chiều dương hướng xuống}$$

$$F_{dh} = k(\Delta l_0 - x) \text{ với chiều dương hướng lên trên}$$

+ Lực đàn hồi cực đại (lực kéo):  $F_{\max} = k(\Delta l_0 + A)$  lúc vật ở vị trí thấp nhất.

+ Lực đàn hồi cực tiểu:

\* Nếu  $A < \Delta l_0$ :  $F_{\min} = k(\Delta l_0 - A)$  khi ở biên trên.

\* Nếu  $A \geq \Delta l_0$ :  $F_{\min} = 0$  (lúc vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng)

Lực đẩy (nén) cực đại:  $F_{N\max} = k(A - \Delta l_0)$  (lúc ở vị trí cao nhất và phải có điều kiện  $A > \Delta l_0$ )

Tỉ số lực đàn hồi cực đại so với cực tiểu

$$n = \frac{F_{\max}}{F_{\min}} = \frac{\Delta l_0 + A}{\Delta l_0 - A} \text{ (điều kiện } A < \Delta l_0)$$

**6.** Một lò xo có độ cứng k, chiều dài  $l_0$  được cắt thành các lò xo có độ cứng  $k_1, k_2, \dots$  và chiều dài tương ứng là  $l_1, l_2, \dots$  thì  $kl_0 = k_1 l_1 = k_2 l_2 = \dots$

**7.** Công thức ghép lò xo

$$* \text{ Nối tiếp } \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

\* Song song:  $k = k_1 + k_2$ .

**8.** Gắn lò xo k vào vật khối lượng  $m_1$  được chu kỳ  $T_1$ , vào vật khối lượng  $m_2$  được  $T_2$ , vào vật khối lượng  $m_3 = m_1 + m_2$  được chu kỳ  $T_3$ , vào vật khối lượng  $m_4 = |m_1 - m_2|$  được chu kỳ  $T_4$ ; thì ta có:

$$T_3^2 = T_1^2 + T_2^2 \text{ và } T_4^2 = |T_1^2 - T_2^2|$$

## III. CON LẮC ĐƠN

$$1. \text{ Tần số góc: } \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}; \text{ chu kỳ: } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \text{ tần số: } f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Điều kiện dao động điều hòa: bỏ qua ma sát, lực cản và  $\alpha_0 \ll 1 \text{ rad}$  ( $\alpha_0 \leq 10^\circ$ )

2. Lực hồi phục  $F = -mg \sin \alpha$

Với con lắc đơn lực hồi phục tỉ lệ thuận với khối lượng. Với con lắc lò xo lực hồi phục không phụ thuộc vào khối lượng.

3. Phương trình dao động:

$$s = S_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ hoặc } \alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$v = -\omega S_0 \sin(\omega t + \varphi) = -\omega \alpha_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$a = -\omega^2 S_0 \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 s = -\omega^2 \alpha l$$

4. Hệ thức độc lập:

$$\alpha_0^2 = \alpha^2 + \frac{v^2}{g l} \rightarrow v = \sqrt{g l (\alpha_0^2 - \alpha^2)}$$

5. Cơ năng:  $W = mgl(1 - \cos \alpha_0)$

$$\text{Với biên độ góc nhỏ } W = \frac{1}{2} mgl \alpha_0^2$$

6. Tại cùng một nơi con lắc đơn chiều dài  $l_1$  có chu kỳ  $T_1$ , con lắc đơn chiều dài  $l_2$  có chu kỳ  $T_2$ , con lắc đơn chiều dài  $l_1 + l_2$  có chu kỳ  $T_3$ , con lắc đơn chiều dài  $|l_1 - l_2|$  có chu kỳ  $T_4$ .

$$T_3^2 = T_1^2 + T_2^2 \text{ và } T_4^2 = |T_1^2 - T_2^2|$$

7. Khi con lắc đơn dao động với  $\alpha_0$  bất kỳ. Cơ năng, vận tốc và lực căng dây con lắc đơn lần lượt là

$$W = mgl(1 - \cos \alpha_0); v^2 = 2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0) \text{ và } T_c = mg(3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

Các công thức này áp dụng đúng cho mọi trường hợp cả khi không phải dao động điều hòa.

8. Con lắc đơn có chu kỳ đúng  $T$  ở độ cao  $h_1$ , nhiệt độ  $t_1$ . Khi đưa tới độ cao  $h_2$ , nhiệt độ  $t_2$  thì ta có:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta h}{R} + \frac{\lambda \Delta t}{2}$$

Với  $R = 6400 \text{ km}$  là bán kính Trái Đất, còn  $\lambda$  là hệ số nở dài của thanh con lắc.

Nếu  $\Delta T > 0$  thì đồng hồ chạy chậm hơn (đồng hồ sử dụng con lắc đơn)

Nếu  $\Delta T < 0$  thì đồng hồ chạy nhanh hơn

Nếu  $\Delta T = 0$  thì đồng hồ chạy đúng

$$\text{Thời gian chạy sai trong thời gian } t_1 \text{ giây: } \Delta t = \frac{|\Delta T|}{T} \cdot t_1$$

9. Khi con lắc đơn chịu thêm tác dụng của lực phụ không đổi:

\* Lực quán tính: độ lớn  $F = ma$  (luôn ngược chiều với gia tốc của hệ quy chiếu)

+ Chuyển động nhanh dần đều  $\underline{a}$  và  $\underline{V}$  cùng chiều (hay gia tốc cùng chiều với chuyển động)

+ Chuyển động chậm dần đều  $\underline{a}$  và  $\underline{V}$  ngược chiều (hay gia tốc ngược chiều với chuyển động)

\* Lực điện trường: độ lớn  $F = |q|E$  (xác định chiều thì dùng  $\underline{F} = q\underline{E}$ )

\* Lực đẩy Ácsimét:  $F = DgV$  (thẳng đứng hướng lên)

Trong đó:  $D$  là khối lượng riêng của môi trường dao động của con lắc.

$V$  là thể tích của phần vật chìm trong chất lỏng hay chất khí đó.

Khi đó:  $\underline{P}' = \underline{P} + \underline{F}$  gọi là trọng lực biểu kiến (có vai trò như trọng lực)

$$\underline{g}' = \frac{\underline{P}'}{m} \text{ gọi là gia tốc trọng trường biểu kiến.}$$

$$\text{Chu kỳ dao động của con lắc đơn khi đó: } T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$$

Các trường hợp đặc biệt:

\*  $\underline{F}$  có phương ngang: Tại VTCB dây treo lệch một góc  $\alpha$  thì  $\tan \alpha = \frac{F}{P}$

$$\text{Khi đó } g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{F}{m}\right)^2}$$

\*  $\underline{F}$  có phương thẳng đứng hướng xuống thì  $g' = g + \frac{F}{m}$

\*  $\underline{F}$  có phương thẳng đứng hướng lên thì  $g' = g - \frac{F}{m}$

#### IV. CON LẮC VẬT LÝ

$$1. \text{ Tần số góc: } \omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}; \text{ chu kỳ: } T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}; \text{ tần số } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mgd}{I}}$$

Trong đó:  $m$  (kg) là khối lượng vật rắn;  $d$  (m) là khoảng cách từ trọng tâm đến trục quay;  $I$  ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ) là momen quán tính của vật rắn đối với trục quay

2. Phương trình dao động giống con lắc đơn  $\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Điều kiện dao động điều hòa: bỏ qua ma sát, lực cản và biên độ góc  $\alpha_0 \ll 1 \text{ rad}$

#### V. TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

1. Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  và  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$  được một dao động điều hòa cùng phương cùng tần số  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ .

Trong đó:  $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$$\text{và } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

\* Nếu  $\Delta\varphi = 2n\pi$  ( $x_1, x_2$  cùng pha)  $\rightarrow A_{\max} = A_1 + A_2$

\* Nếu  $\Delta\varphi = (2n + 1)\pi$  ( $x_1, x_2$  ngược pha)  $\rightarrow A_{\min} = |A_1 - A_2|$

$\rightarrow |A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

2. Khi biết một dao động thành phần  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  và dao động tổng hợp  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  thì dao động thành phần còn lại là  $x_2 = x - x_1 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ .

với  $A_2^2 = A^2 + A_1^2 - 2AA_1 \cos(\varphi - \varphi_1)$  và  $\tan \varphi_2 = \frac{A \sin \varphi - A_1 \sin \varphi_1}{A \cos \varphi - A_1 \cos \varphi_1}$

3. Nếu một vật tham gia đồng thời nhiều dao động điều hòa cùng phương cùng tần số  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ ;

$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2), \dots, x_n = A_n \cos(\omega t + \varphi_n)$  thì dao động tổng hợp cũng là dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có phương trình  $x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$   
Chiều lên trục Ox và Oy

Ta được:  $A_x = A \cos \varphi = A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2 + \dots + A_n \cos \varphi_n$ .

và  $A_y = A \sin \varphi = A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2 + \dots + A_n \sin \varphi_n$ .

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \quad \text{và } \tan \varphi = \frac{A_y}{A_x}$$

#### VI. DAO ĐỘNG TẮT DẦN – DAO ĐỘNG CƯỖNG BỨC – CỘNG HƯỞNG

1. Một con lắc lò xo dao động tắt dần với biên độ A, hệ số ma sát  $\mu$ .

$$\text{Quãng đường vật đi được đến lúc dừng lại là } S = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2 A^2}{2\mu g}$$

$$\text{Độ giảm biên độ sau mỗi chu kỳ là: } \Delta A = \frac{4\mu mg}{k} = \frac{4\mu g}{\omega^2}$$

$$\text{Số dao động thực hiện được: } N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{Ak}{4\mu mg} = \frac{\omega^2 A}{4\mu g}$$

Thời gian vật dao động đến lúc dừng lại:

$$\Delta t = NT = \frac{kAT}{4\mu mg} = \frac{\pi\omega A}{2\mu g} \quad (\text{với chu kỳ } T = 2\pi/\omega)$$

2. Hiện tượng cộng hưởng khi:  $f = f_0$  hay  $\omega = \omega_0$  hay  $T = T_0$ .

Với  $f, \omega, T$  và  $f_0, \omega_0, T_0$  là tần số, tần số góc, chu kỳ của lực cưỡng bức và của hệ dao động.

CHƯƠNG III: SÓNG CƠ HỌC

I. SÓNG CƠ HỌC

1. Bước sóng:  $\lambda = vT = v/f$

$\lambda$ : Bước sóng; T (s): Chu kỳ của sóng; f (Hz): Tần số của sóng

v: Tốc độ truyền sóng (có đơn vị tương ứng với đơn vị của  $\lambda$ )

2. Phương trình sóng:

Tại điểm O:  $u_o = A\cos(\omega t + \varphi)$

Tại điểm M cách O một đoạn x trên phương truyền sóng.

\* Sóng truyền theo chiều O đến M thì  $u_M = A_M\cos[\omega(t - \frac{x}{v}) + \varphi] = A_M\cos(\omega t + \varphi - 2\pi\frac{x}{\lambda})$

\* Sóng truyền theo chiều M đến O thì  $u_M = A_M\cos[\omega(t + \frac{x}{v}) + \varphi] = A_M\cos(\omega t + \varphi + 2\pi\frac{x}{\lambda})$

3. Độ lệch pha giữa hai điểm cách nguồn một khoảng  $x_1, x_2$ :

$$\Delta\varphi = \omega \frac{|x_1 - x_2|}{v} = 2\pi \frac{|x_1 - x_2|}{\lambda}$$

Nếu 2 điểm đó nằm trên một phương truyền sóng, cách nhau một đoạn x thì

$$\Delta\varphi = \omega \frac{x}{v} = 2\pi \frac{x}{\lambda}$$

Lưu ý: Đơn vị của x,  $x_1, x_2, \lambda$  và v phải tương ứng với nhau;

4. Trong hiện tượng truyền sóng trên sợi dây, dây được kích thích dao động bởi nam châm điện với tần số dòng điện là f thì tần số dao động của dây là 2f.

II. SÓNG DỪNG

\* Đầu cố định hoặc đầu dao động nhỏ là nút sóng.

\* Đầu tự do là bụng sóng.

\* Hai điểm đối xứng với nhau qua nút sóng luôn dao động ngược pha.

\* Hai điểm đối xứng với nhau qua bụng sóng luôn dao động cùng pha.

\* Các điểm trên dây dao động với biên độ không đổi nhưng khác nhau tùy theo vị trí.

\* Khoảng thời gian giữa hai lần sợi dây căng ngang (đuôi thẳng) là nửa chu kỳ.

2. Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây dài l

\* Hai đầu là nút sóng:  $l = k \frac{\lambda}{2}$  (k nguyên dương)

Số bụng sóng = k

Số nút sóng = k + 1

\* Một đầu là nút sóng còn một đầu là bụng sóng:  $l = (2k + 1) \frac{\lambda}{4}$  (k nguyên không âm)

3. Phương trình sóng dừng trên sợi dây AB (đầu A cố định)

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách điểm nút C một đoạn d là

$$u_{1M} = A\cos(2\pi ft + 2\pi \frac{d}{\lambda}) \text{ và } u_{2M} = A\cos(2\pi ft - 2\pi \frac{d}{\lambda} - \pi)$$

Phương trình dao động tại M:  $u_M = u_{1M} + u_{2M}$ .

$$u_M = 2A\cos(2\pi \frac{d}{\lambda} + \frac{\pi}{2})\cos(2\pi ft - \frac{\pi}{2}) = 2A\sin(2\pi \frac{d}{\lambda})\cos(2\pi ft - \frac{\pi}{2})$$

Biên độ dao động của phần tử tại M là  $A_M = 2A |\sin(2\pi d/\lambda)|$

Phương trình sóng tới và sóng phản xạ tại M cách điểm bụng D một đoạn d là

$$u_{1M} = A\cos(2\pi ft + 2\pi d/\lambda) \text{ và } u_{2M} = A\cos(2\pi ft - 2\pi d/\lambda)$$

Phương trình dao động tại M:  $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos(2\pi/\lambda) \cos(2\pi ft)$

Biên độ dao động của phần tử tại M là  $A_M = 2A |\cos(2\pi d/\lambda)|$

Với x là khoảng cách từ M đến một điểm nút thì  $A_M = 2A |\sin(2\pi x/\lambda)|$

Với x là khoảng cách từ M đến một điểm bụng thì  $A_M = 2A |\cos(2\pi x/\lambda)|$

III. GIAO THOA SÓNG

Giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn kết hợp  $S_1, S_2$  cùng biên độ A và cách nhau một đoạn L. Xét điểm M cách hai nguồn lần lượt là  $d_1, d_2$ .

Phương trình sóng tại hai nguồn lần lượt là  $u_1 = A\cos(\omega t + \varphi_1)$  và  $u_2 = A\cos(\omega t + \varphi_2)$

Phương trình hai dao động thành phần tại M từ hai nguồn truyền tới lần lượt là

$$u_{1M} = A\cos(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} + \varphi_1) \text{ và } u_{2M} = A\cos(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} + \varphi_2)$$

Phương trình dao động tại M:  $u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A\cos(\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2})\cos(\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2})$

Biên độ dao động tại M là  $A_M = 2A \left| \cos(\pi \frac{\Delta d}{\lambda} - \frac{\Delta\varphi}{2}) \right|$  với  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1; \Delta d = d_2 - d_1$ .

\* Số cực đại là số giá trị nguyên k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$

\* Số cực tiểu là số giá trị nguyên k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi} < k < +\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$

1. Hai nguồn dao động cùng pha

\* Điểm dao động cực đại:  $\Delta d = d_2 - d_1 = k\lambda$  (k là số nguyên)

Số đường hoặc số điểm cực đại là số giá trị k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} < k < \frac{1}{\lambda}$

\* Điểm dao động cực tiểu:  $\Delta d = d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$  (k là số nguyên)

Số đường hoặc số điểm là số giá trị k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2}$

2. Hai nguồn dao động ngược pha

\* Điểm dao động cực đại:  $\Delta d = d_2 - d_1 = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$  (k là số nguyên)

Số đường hoặc số điểm là số giá trị k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2}$

\* Điểm dao động cực tiểu:  $d_1 - d_2 = k\lambda$  (k là số nguyên)

Số đường hoặc số điểm là số giá trị k thỏa mãn:  $-\frac{1}{\lambda} < k < \frac{1}{\lambda}$

3. Tìm số đường dao động cực đại và cực tiểu giữa hai điểm M, N cách hai nguồn lần lượt là  $d_{1M}, d_{2M}, d_{1N}, d_{2N}$ .

Đặt  $\Delta d_M = d_{2M} - d_{1M}$ ;  $\Delta d_N = d_{2N} - d_{1N}$  và giả sử  $\Delta d_M < \Delta d_N$ .

+ Hai nguồn dao động cùng pha:

Cực đại:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$ .

Cực tiểu:  $\Delta d_M < (k + 0,5)\lambda < \Delta d_N$ .

+ Hai nguồn dao động ngược pha:

Cực đại:  $\Delta d_M < (k + 0,5)\lambda < \Delta d_N$ .

Cực tiểu:  $\Delta d_M < k\lambda < \Delta d_N$ .

Số giá trị nguyên của k thỏa mãn các biểu thức trên là số đường cần tìm.

IV. SÓNG ÂM

1. Cường độ âm:  $I = \frac{P}{S}$

P (W) là công suất phát âm của nguồn.

S ( $m^2$ ) là diện tích mặt vuông góc với phương truyền âm (với sóng cầu thì  $S = 4\pi R^2$ )

2. Mức cường độ âm L:

$$L (B) = \log \frac{I}{I_0} \text{ hoặc } L (dB) = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Với  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  ở tần số  $f = 1000\text{Hz}$ : cường độ âm chuẩn.

3. Tần số do đàn phát ra (hai đầu dây cố định)

$$f = k \frac{v}{2l} \text{ (k là số nguyên dương)}$$

Ứng với  $k = 1 \rightarrow$  âm phát ra âm cơ bản có tần số  $f_1 = \frac{v}{2l}$

Ứng với  $k = 2; 3; \dots$  có các họa âm bậc 2 (tần số  $2f_1$ ), bậc 3 (tần số  $3f_1$ )

\* Tần số do ống sáo phát ra (một đầu bịt kín, một đầu để hở)

$$f = (2k + 1) \frac{v}{4l} \text{ (k là số nguyên không âm)}$$

Ứng với  $k = 0 \rightarrow$  âm phát ra âm cơ bản có tần số  $f_0 = \frac{v}{4l}$

Ứng với  $k = 1; 2; \dots$  có các họa âm bậc 3 (tần số  $3f_0$ ), bậc 5 (tần số  $5f_0$ )

V. HIỆU ỨNG DOPPLE

Công thức tổng quát:  $f' = \frac{v + v_r}{v - v_s} f$

Máy thu chuyển động lại gần nguồn thì lấy dấu  $v_r > 0$ , ra xa thì lấy dấu  $v_r < 0$ .

Nguồn phát chuyển động lại gần máy thu thì lấy dấu  $v_s > 0$ , ra xa thì lấy dấu  $v_s < 0$ .

CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỬ

1. Dao động điện từ

Điện tích  $q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Hiệu điện thế:  $u = \frac{q}{C} = \frac{q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi) = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$

Dòng điện  $i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  là tần số góc;  $T = 2\pi\sqrt{LC}$  là chu kỳ;  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  là tần số

$I_0 = \omega q_0 = \frac{q_0}{\sqrt{LC}}$

$U_0 = \frac{q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C} = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$

\* Năng lượng điện trường:  $W_d = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{1}{2} q u = \frac{q^2}{2C} = \frac{q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi)$

\* Năng lượng từ trường:  $W_t = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{q_0^2}{2C} \sin^2(\omega t + \varphi)$

\* Năng lượng dao động điện từ:  $W = W_d + W_t = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} L I_0^2$

Mạch dao động có tần số góc  $\omega$ , tần số  $f$  và chu kỳ  $T$  thì  $W_d$  và  $W_t$  biến thiên với tần số góc  $2\omega$ , tần số  $2f$  và chu kỳ  $T/2$ .

Mạch dao động có điện trở thuần  $R > 0$  thì dao động sẽ tắt dần. Để duy trì dao động cần cung cấp cho mạch một năng lượng có công suất:  $P = P_R =$

$$\frac{\omega^2 C^2 U_0^2}{2} R = \frac{U_0^2 R C}{2L}$$

2. Sóng điện từ

Vận tốc lan truyền trong không gian  $v = c = 3.10^8$  m/s. Máy phát hoặc máy thu sóng điện từ sử dụng mạch dao động LC thì tần số sóng điện từ phát hoặc thu được bằng tần số riêng của mạch.

Bước sóng của sóng điện từ  $\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi c \sqrt{LC}$



**CHƯƠNG V: ĐIỆN XOAY CHIỀU**

1. Biểu thức điện áp tức thời và dòng điện tức thời:

$$u = U_o \cos(\omega t + \varphi_u) \text{ và } i = I_o \cos(\omega t + \varphi_i)$$

Với  $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$  là độ lệch pha của u so với i, có  $-\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$

2. Dòng điện xoay chiều  $i = I_o \cos(\omega t + \varphi_i)$

3. Công thức tính thời gian đèn huỳnh quang sáng trong một chu kỳ

Khi đặt điện áp  $u = U_o \cos(\omega t + \varphi_u)$  vào hai đầu bóng đèn, biết đèn chỉ sáng lên khi  $u \geq U_1$ .

$$\rightarrow \Delta t = \frac{4\Delta\varphi}{\omega} \text{ với } \cos \Delta\varphi = \frac{U_1}{U_o}, (0 < \Delta\varphi < \pi/2)$$

4. Dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch RLC nối tiếp.

\* Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R:  $u_R$  cùng pha với i

$$I = \frac{U_R}{R} \text{ và } i = \frac{u_R}{R}$$

\* Đoạn mạch chỉ có cuộn thuần cảm L:  $u_L$  nhanh pha hơn i một góc  $\pi/2$

$$I = \frac{U_L}{Z_L} \text{ với } Z_L = \omega L \text{ là cảm kháng}$$

Cuộn thuần cảm L cho dòng điện không đổi đi qua hoàn toàn (không cản trở).

\* Đoạn mạch chỉ có tụ điện C:  $u_C$  chậm pha hơn i một góc  $\pi/2$

$$I = \frac{U_C}{Z_C} \text{ với } Z_C = \frac{1}{\omega C} \text{ là dung kháng.}$$

Tụ điện C không cho dòng điện không đổi đi qua (cản trở hoàn toàn).

\* Đoạn mạch RLC không phân nhánh

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \text{ và } \cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

Khi  $Z_L > Z_C$  hay  $\omega > \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow \varphi > 0$  thì u sớm pha hơn i

Khi  $Z_L < Z_C$  hay  $\omega < \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow \varphi < 0$  thì u trễ pha hơn i

Khi  $Z_L = Z_C$  hay  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow \varphi = 0$  thì u và i cùng pha

Khi  $Z_L = Z_C \rightarrow I, P, U_R, \cos \varphi$  đều đạt cực đại. Đây được gọi là hiện tượng cộng hưởng. Khi đó  $Z_{min} = R; I_{max} = U/R; P_{max} = U^2/R; U_{Rmax} = U; \cos \varphi = 1$ .

Đồng thời u và  $u_R$  cùng pha.

5. Công suất tỏa nhiệt trong mạch điện

\* Công suất tức thời:  $P = i^2 R = I^2 R + I^2 R \cos(2\omega t + 2\varphi_i)$

\* Công suất trung bình:  $P = UI \cos \varphi = I^2 R$ .

6. Điện áp  $u = U_1 + U_o \cos(\omega t + \varphi)$  được coi gồm một điện áp không đổi  $U_1$  và một điện áp xoay chiều  $u = U_o \cos(\omega t + \varphi)$  đồng thời đặt vào đoạn mạch.

7. Tần số dòng điện do máy phát điện xoay chiều một pha có p cặp cực và roto quay với tốc độ n vòng/phút phát ra là  $f = np/60$  (Hz)

Từ thông gửi qua khung dây máy phát  $\Phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = \Phi_o \cos(\omega t + \varphi)$

Với  $\Phi_o = NBS$  là từ thông cực đại qua N vòng dây, B là cảm ứng từ của từ trường, S là diện tích của vòng dây.

Suất điện động trong khung dây:  $e = \omega NBS \sin(\omega t + \varphi + \pi/2) = E_o \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$

Với  $E_o = \omega NBS = \omega \Phi_o = N\omega \Phi_1$  là suất điện động cực đại;  $\Phi_1$  là từ thông cực đại qua mỗi vòng dây.

8. Dòng điện xoay chiều ba pha

$$i_1 = I_o \cos \omega t; i_2 = I_o \cos(\omega t - 2\pi/3); i_3 = I_o \cos(\omega t + 2\pi/3)$$

Máy phát mắc hình sao:  $U_d = \sqrt{3} U_p$  với  $U_d$  là điện áp hiệu dụng giữa hai dây pha;  $U_p$  là điện áp hiệu dụng giữa dây pha và dây trung hòa (còn gọi là điện áp pha)

Máy phát mắc hình tam giác:  $U_d = U_p$ .

Tải tiêu thụ mắc hình sao:  $I_d = I_p$ .

Tải tiêu thụ mắc hình tam giác:  $I_d = \sqrt{3} I_p$ .

Ở máy phát và tải tiêu thụ thường chọn cách mắc tương ứng với nhau.

9. Công thức máy biến áp lý tưởng:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

10. Công suất hao phí trong quá trình truyền tải điện năng:  $\Delta P = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} R$

Trong đó: P là công suất truyền đi ở nơi bắt đầu truyền; U là điện áp ở nơi truyền đi;  $\cos \varphi$  là hệ số công suất mạng lưới tiêu thụ kể cả dây dẫn; R là điện trở tổng cộng của dây tải điện.

Độ giảm điện áp trên đường dây tải:  $\Delta U = IR$ .

Hiệu suất tải điện:  $H = \frac{P - \Delta P}{P} . 100\%$

11. Đoạn mạch RLC có L thay đổi:

\* Khi  $L = \frac{1}{\omega^2 C}$  thì  $I_{\max} \rightarrow U_{R\max}$ ;  $P_{\max}$  còn  $U_{LC\min}$  (nếu L và C mắc liên tiếp nhau)

\* Khi  $Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$  thì  $U_{L\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

\* Với  $L = L_1$ ;  $L = L_2$  mà  $U_L$  có cùng giá trị thì  $U_{L\max}$  khi  $L = \frac{2L_1L_2}{L_1 + L_2}$

\* Khi  $Z_L = \frac{Z_C + \sqrt{4R^2 + Z_C^2}}{2}$  thì  $U_{RL\max} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_C^2} - Z_C}$  (nếu R và L mắc liên tiếp nhau)

12. Đoạn mạch RLC có C thay đổi:

\* Khi  $C = \frac{1}{\omega^2 L}$  thì  $I_{\max} \rightarrow U_{R\max}$ ;  $P_{\max}$  còn  $U_{LC\min}$  (nếu L và C mắc liên tiếp)

\* Khi  $Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$  thì  $U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$

\* Khi  $C = C_1$ ;  $C = C_2$  mà  $U_C$  có cùng giá trị thì  $U_{C\max}$  khi  $C = \frac{C_1 + C_2}{2}$

\* Khi  $Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{4R^2 + Z_L^2}}{2}$  thì  $U_{RC\max} = \frac{2UR}{\sqrt{4R^2 + Z_L^2} - Z_L}$  (nếu R và C mắc liên tiếp)

13. Mạch RLC có  $\omega$  thay đổi:

\* Khi  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  thì  $I_{\max} \rightarrow U_{R\max}$ ;  $P_{\max}$  còn  $U_{LC\min}$  (nếu L và C mắc liên tiếp)

\* Khi  $\omega = \frac{1}{XC}$  với  $X = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$  thì  $U_{L\max} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

\* Khi  $\omega = \frac{X}{L}$  với  $X = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$  thì  $U_{C\max} = \frac{2UL}{R\sqrt{4LC - R^2C^2}}$

\* Với  $\omega = \omega_1$  hoặc  $\omega = \omega_2$  mà I hoặc P hoặc  $U_R$  có cùng một giá trị thì  $I_{\max}$  hoặc  $P_{\max}$  hoặc  $U_{R\max}$  khi  $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$

CHƯƠNG VI: SÓNG ÁNH SÁNG

1. Hiện tượng tán sắc ánh sáng.

Bước sóng của ánh sáng đơn sắc truyền trong chân không  $\lambda_0 = \frac{c}{f}$

\* Chiết suất của môi trường trong suốt phụ thuộc vào màu sắc ánh sáng. Đối với ánh sáng màu đỏ là nhỏ nhất, màu tím là lớn nhất.

\* Bước sóng của ánh sáng trắng:  $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ .

2. Hiện tượng giao thoa ánh sáng với hai khe I-âng.

\* Hiệu đường đi của ánh sáng (hiệu quang trình):  $\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{ax}{D}$

Trong đó: a là khoảng cách giữa hai khe; D là khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát; x là tọa độ từ vân trung tâm đến điểm đang xét.

\* Vị trí vân sáng:  $\Delta d = k\lambda \rightarrow x = k \frac{\lambda D}{a}$

với |k| là bậc của vân sáng.

\* Vị trí vân tối: điều kiện  $\Delta d = (k + 0,5)\lambda \rightarrow x = (k + 0,5) \frac{\lambda D}{a}$

\* Khoảng vân i hay khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp:  $i = \frac{\lambda D}{a}$

$\rightarrow x = ki$ .

\* Xác định số vân sáng, tối trong vùng giao thoa có bề rộng L (đối xứng qua vân trung tâm)

+ Số vân sáng (là số lẻ):  $N_S = 2\left[\frac{L}{2i}\right] + 1$

+ Số vân tối (là số chẵn):  $N_t = 2\left[\frac{L}{2i} + \frac{1}{2}\right]$

Trong đó [x] là phần nguyên của x. Ví dụ: [6] = 6; [5,05] = 5; [7,99] = 7

\* Xác định số vân sáng, vân tối giữa hai điểm M, N có tọa độ  $x_1, x_2$  (giả sử  $x_1 < x_2$ )

+ Vân sáng:  $x_1 < ki < x_2$ .

+ Vân tối:  $x_1 < (k + 0,5)i < x_2$ .

Số giá trị nguyên k là số vân sáng (tối) cần tìm

M và N cùng phía với vân trung tâm thì  $x_1, x_2$  cùng dấu. M và N khác phía với vân trung tâm thì  $x_1$  và  $x_2$  trái dấu.

\* Sự trùng nhau của các bức xạ  $\lambda_1, \lambda_2, \dots$  (khoảng vân tương ứng là  $i_1, i_2, \dots$ )

Vị trí trùng nhau của vân sáng:  $x = k_1 i_1 = k_2 i_2 = \dots \rightarrow k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2 = \dots$

\* Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng trắng ( $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m}$ )

Bề rộng quang phổ bậc k:  $\Delta x = k \frac{D}{a} (\lambda_d - \lambda_t)$  với  $\lambda_d$  và  $\lambda_t$  là bước sóng ánh sáng đỏ và tím

Xác định số vân sáng và các bức xạ tương ứng tại một vị trí xác định (đã biết x)

Vì  $x = k \frac{\lambda D}{a} \rightarrow \lambda = \frac{ax}{kD}$

Với  $0,4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \rightarrow$  giá trị của k  $\rightarrow$  giá trị  $\lambda$ . Số giá trị nguyên k là số vân cần tìm.

CHƯƠNG VII: LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

1. Năng lượng một photon:  $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda}$

Trong đó  $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$  Js là hằng số Planck;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không;  $f, \lambda$  lần lượt là tần số, bước sóng của ánh sáng.

2. Tia Ronghen (tia X)

Bước sóng nhỏ nhất  $\lambda_{\min} = \frac{hc}{K}$

Trong đó  $K = \frac{mv^2}{2} = eU_{AK} + \frac{mv_0^2}{2}$  là động năng của electron khi đập vào đối catot;  $U_{AK}$  là hiệu điện thế giữa anốt và catot;  $v, v_0$  là vận tốc electron khi đập vào đối catot và khi rời catot.

3. Hiện tượng quang điện

Công thức Anhtan:  $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv_0^2}{2}$

Trong đó  $A = hc/\lambda_0$  là công thoát của kim loại dùng làm catot;  $\lambda_0 = hc/A$  là giới hạn quang điện của kim loại đó;  $v_0$  là vận tốc ban đầu cực đại của electron quang điện;  $f, \lambda$  là tần số, bước sóng của ánh sáng kích thích.

Để dòng quang điện triệt tiêu thì  $U_{AK} \leq -U_h, U_h$  được gọi là hiệu điện thế hãm

$|eU_h| = \frac{mv_0^2}{2} \rightarrow |eU_h| = hc/\lambda - A$  hoặc  $hc/\lambda = A + |eU_h|$

\* Xét vật cô lập về điện, có điện thế cực đại  $V_{\max}$  thỏa  $|e| \cdot V_{\max} = \frac{1}{2} mv_0^2$

\* Hiệu suất lượng tử:  $H = N/N_0$ . Với  $N$  và  $N_0$  là số electron quang điện bứt khỏi catot và số photon đập vào catot trong cùng một thời gian.

Công suất của nguồn bức xạ:  $P = \frac{N_0 \epsilon}{t} = \frac{N_0 hc}{\lambda t}$

Cường độ dòng quang điện bão hòa:  $I_{bh} = \frac{N}{t} |e| \rightarrow H = \frac{I_{bh} \epsilon}{p|e|} = \frac{I_{bh} hf}{p|e|} = \frac{I_{bh} hc}{p\lambda|e|}$

\* Bán kính quỹ đạo của electron khi chuyển động với vận tốc  $v$  trong từ trường đều  $B$ :  $R = \frac{mv}{|e|B \sin \alpha}$

\* Hiện tượng quang điện xảy ra khi chiếu đồng thời nhiều bức xạ thì khi tính các đại lượng: vận tốc ban đầu cực đại  $v_0$ , hiệu điện thế hãm  $U_h$ , điện thế cực đại  $V_{\max}$ , đều chỉ tính với bức xạ có  $\lambda_{\min}$  (hoặc  $f_{\max}$ )

4. Quang phổ nguyên tử Hidrô

\* Năng lượng photon phát ra là  $\epsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_m - E_n$

\* Bán kính quỹ đạo dừng thứ  $n$  trong nguyên tử hidrô:  $r_n = n^2 r_0$ . Với  $r_0 = 5,3 \cdot 10^{-11}$  m.

\* Năng lượng electron trong nguyên tử hidrô:  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  với  $E_0 = 13,6$  eV và  $n$  là số nguyên dương.

\* Dây Laiman thuộc vùng tử ngoại. Các vạch trong dây Laiman phát ra khi e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài ( $n > 1$ ) về quỹ đạo K ( $n = 1$ ). Vạch có bước sóng dài nhất  $\lambda_{21}$  khi e chuyển từ  $L \rightarrow K$ . Vạch có bước sóng ngắn nhất  $\lambda_{1\min} = hc/E_0$  khi e chuyển từ  $\infty \rightarrow K$ .

\* Dây Banme có một phần thuộc vùng tử ngoại, một phần thuộc vùng ánh sáng nhìn thấy. Các vạch của dây Banme phát ra khi e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài ( $n > 2$ ) về quỹ đạo L ( $n = 2$ ). Vùng ánh sáng nhìn thấy gồm có 4 vạch: Vạch đỏ  $H_\alpha$  ( $M \rightarrow L$ ); Vạch lam  $H_\beta$  ( $N \rightarrow L$ ); Vạch chàm  $H_\gamma$  ( $O \rightarrow L$ ); Vạch tím  $H_\delta$  ( $P \rightarrow L$ ) Vạch có bước sóng dài nhất  $\lambda_{32}$  (Vạch đỏ  $H_\alpha$ ); Vạch ngắn nhất  $\lambda_{2\min} = 4hc/E_0$  khi e chuyển từ  $\infty \rightarrow L$ .

\* Dây Pasen thuộc vùng hồng ngoại. Các vạch của dây phát ra khi e chuyển từ quỹ đạo bên ngoài ( $n > 3$ ) về quỹ đạo M ( $n = 3$ ). Vạch có bước sóng dài nhất  $\lambda_{43}$  khi e chuyển từ  $N \rightarrow M$ . Vạch có bước sóng ngắn nhất  $\lambda_{3\min} = 9hc/E_0$  khi e chuyển từ  $\infty \rightarrow M$ .

Mối liên hệ giữa các bước sóng và tần số của các vạch:  $\frac{1}{\lambda_{13}} = \frac{1}{\lambda_{12}} + \frac{1}{\lambda_{23}}$  và  $f_{13} = f_{12} + f_{23}$ .

**CHƯƠNG IX. VẬT LÝ HẠT NHÂN**

**1. Hiện tượng phóng xạ**

\* Số nguyên tử chất phóng xạ còn lại là  $N = N_0 2^{-t/T} = N_0 e^{-\lambda t}$ .

\* Số nguyên tử bị phân rã là  $\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

\* Khối lượng chất phóng xạ còn lại là:  $m = m_0 2^{-t/T} = m_0 e^{-\lambda t}$ .

Trong đó:  $N_0, m_0$  là số nguyên tử và khối lượng chất phóng xạ ban đầu;  $T$  là chu kỳ bán rã.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \text{ được gọi là hằng số phóng xạ.}$$

$\lambda$  và  $T$  không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài mà chỉ phụ thuộc bản chất bên trong của chất phóng xạ.

\* Khối lượng chất phóng xạ đã bị phân rã  $\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t})$

\* Độ phóng xạ  $H$

$$H = H_0 2^{-t/T} = H_0 e^{-\lambda t} = \lambda N.$$

$H_0 = \lambda N_0$  là độ phóng xạ ban đầu.

Đơn vị: Becoren (Bq); Curi (Ci); 1 Bq = 1 phân rã/giây; 1 Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq.

\* Phần trăm chất phóng xạ phân rã:  $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{\Delta m}{m_0} = \frac{\Delta H}{H_0} = 1 - e^{-\lambda t}$

\* Khối lượng chất mới được tạo thành:

$$m_1 = \frac{\Delta N}{N_A} A_1 = \frac{A_1 N_0}{N_A} (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{A_1}{A} m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

Trong đó:  $A, A_1$  là số khối của chất phóng xạ ban đầu và của chất mới được tạo thành

Trường hợp phóng xạ  $\beta$  thì  $A = A_1 \rightarrow m_1 = \Delta m$

**2. Hệ thức Anhxtanh, độ hụt khối, năng lượng liên kết**

Vật có khối lượng  $m$  thì có năng lượng nghỉ  $E = m \cdot c^2$

Với  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s là vận tốc ánh sáng trong chân không.

\* Độ hụt khối của hạt nhân  ${}^A_Z X$

$$\Delta m = m_0 - m$$

Trong đó  $m_0 = Zm_p + Nm_n = Zm_p + (A - Z)m_n$  là khối lượng các nuclôn.

$m$  là khối lượng hạt nhân  $X$ .

\* Năng lượng liên kết là  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = (m_0 - m)c^2$

\* Năng lượng liên kết riêng là  $\epsilon = \frac{\Delta E}{A}$

Năng lượng liên kết riêng càng lớn thì hạt nhân càng bền vững.

**3. Phản ứng hạt nhân**

\* Phương trình phản ứng:  ${}^{A_1}_{Z_1} X_1 + {}^{A_2}_{Z_2} X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3} X_3 + {}^{A_4}_{Z_4} X_4$

Trong số các hạt này có thể là hạt sơ cấp như nuclôn, electron, photon.

Trường hợp đặc biệt là quá trình phóng xạ  $X \rightarrow X_1 + X_2$ .

$X$  là hạt nhân mẹ,  $X_1$  là hạt nhân con,  $X_2$  là hạt  $\alpha$  hoặc  $\beta$ .

\* Các định luật bảo toàn

Bảo toàn số nuclôn (số khối):  $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$ .

Bảo toàn điện tích (nguyên tử số):  $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$ .

Bảo toàn động lượng:  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 + \vec{p}_4$

Bảo toàn năng lượng:  $K_1 + K_2 + \Delta E = K_3 + K_4$ .

Trong đó:  $\Delta E$  là năng lượng của phản ứng hạt nhân;  $K_i$  là động năng chuyển động của hạt  $X_i$ .

Không có định luật bảo toàn khối lượng; không bảo toàn số neutron nhưng bảo toàn số nuclôn.

Mối quan hệ giữa động lượng  $p$  và động năng  $K$  của hạt có khối lượng  $m$  là  $p^2 = 2mK$ .

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos \varphi \text{ với } \varphi \text{ là góc hợp bởi hai động lượng.}$$

$$\text{Trường hợp đặc biệt: với } \varphi = \pi/2 \rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2$$

$$\text{Nếu ban đầu } v = 0 \rightarrow p_1 = p_2 \rightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1} \approx \frac{A_2}{A_1}$$

\* Năng lượng phản ứng hạt nhân:  $\Delta E = (m_0 - m)c^2$

Trong đó,  $m_0$  là tổng khối lượng các hạt nhân trước phản ứng;  $m$  là tổng khối lượng các hạt nhân sau phản ứng.

Nếu  $M_0 > M$  thì phản ứng tỏa năng lượng  $\Delta E$  dưới dạng động năng của các hạt hoặc photon  $\gamma$ . Các hạt sinh ra bền vững hơn các hạt ban đầu.

Nếu  $M_0 < M$  thì phản ứng thu năng lượng  $|\Delta E|$ . Các hạt sinh ra kém bền vững hơn các hạt ban đầu.

\* Nếu các hạt nhân  $X_1, X_2, X_3, X_4$  có năng lượng liên kết riêng lần lượt là  $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ ; năng lượng liên kết tương ứng là  $\Delta E_1, \Delta E_2, \Delta E_3, \Delta E_4$  và độ hụt khối tương ứng là  $\Delta m_1, \Delta m_2, \Delta m_3, \Delta m_4$  thì năng lượng của phản ứng hạt nhân là

$$\Delta E = A_3 \epsilon_3 + A_4 \epsilon_4 - A_1 \epsilon_1 - A_2 \epsilon_2 = \Delta E_3 + \Delta E_4 - \Delta E_1 - \Delta E_2 = (\Delta m_3 + \Delta m_4 - \Delta m_1 - \Delta m_2)c^2$$

\* Quy tắc dịch chuyển của sự phóng xạ

+ Phóng xạ  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ ): So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng tuần hoàn và số khối giảm đi 4.

+ Phóng xạ  $\beta^-$  ( ${}^{-1}_0\text{e}$ ): So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và số khối không đổi

Thực chất của phóng xạ  $\beta^-$  là một hạt neutron biến thành một hạt proton, một hạt electron và một phản hạt neutrino:  $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$

+ Phóng xạ  $\beta^+$  ( ${}^{+1}_0\text{e}$ ): So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng tuần hoàn và số khối không đổi

Thực chất của phóng xạ  $\beta^+$  là một hạt proton biến thành một hạt neutron, một hạt pozitron và một hạt neutrino:  $p \rightarrow n + e^+ + \nu$

+ Phóng xạ  $\gamma$  (photon): không có sự biến đổi hạt nhân  $\rightarrow$  phóng xạ  $\gamma$  thường đi kèm theo phóng xạ  $\alpha$  và  $\beta$ .

4. Các hằng số và đơn vị thường sử dụng

\* Số Avôgadrô:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

\* Đơn vị năng lượng:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

\* Đơn vị khối lượng nguyên tử (đơn vị Cacbon):  $1 \text{ u} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

\* Điện tích nguyên tố:  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

\* Khối lượng prôtôn:  $m_p = 1,0073 \text{ u}$

\* Khối lượng notrôn:  $m_n = 1,0087 \text{ u}$

\* Khối lượng electron:  $m_e = 9,10938291 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,4857990946 \cdot 10^{-4} \text{ u}$